

Филянин Никита Сергеевич, магистрант,
Калужский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Калуга

Белов Юрий Сергеевич, к.ф.-м.н., доц.,
Калужский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Калуга

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ СНИМКОВ, ПОДХОДЯЩИХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ

Аннотация: Качество материала, используемого для обучения и распознавания, в значительной степени влияет на качество полученных результатов анализа спутниковых снимков. В данной работе рассматриваются основные системы, осуществляющие анализ снимков и источники материала для распознавания.

Ключевые слова: Распознавание, спутниковые снимки

1. Введение

Распознавание деревьев на аэрофотоснимках является актуальной задачей, так как позволяет получать ценную информацию о лесных насаждениях, их состоянии и динамике. Эти данные необходимы для мониторинга лесных ресурсов, планирования лесохозяйственных мероприятий, охраны и восстановления лесов, а также борьбы с пожарами. Современные методы компьютерного зрения и машинного обучения позволяют автоматизировать процесс распознавания деревьев, повышая его точность и надежность [1].

Для эффективного распознавания деревьев требуется учитывать сложность природных объектов, включая разнообразие форм, размеров, освещения и теней. Важную роль играют и характеристики самих аэрофотоснимков: разрешение, спектральные каналы, углы съемки и наличие искажений. Для анализа могут использоваться спутниковые снимки, данные с дронов, а также облака точек, полученные с помощью LiDAR.

2. Обзор существующих решений

1. Single Tree Detection (mundialis)

Проект Single Tree Detection от компании mundialis представляет собой решение для автоматизированной записи данных об отдельных деревьях с параметрами, такими как:

- Положение ствола
- Состояние здоровья
- Расстояние до зданий

Методика включает использование [2]:

- Машинного обучения для классификации и сегментации деревьев



- Облаков точек LiDAR для получения 3D-информации
- Временных рядов Sentinel-2 для анализа состояния деревьев

Результаты проекта могут быть представлены в формате геоданных или веб-сервиса OGC, что обеспечивает их интеграцию в существующие системы.

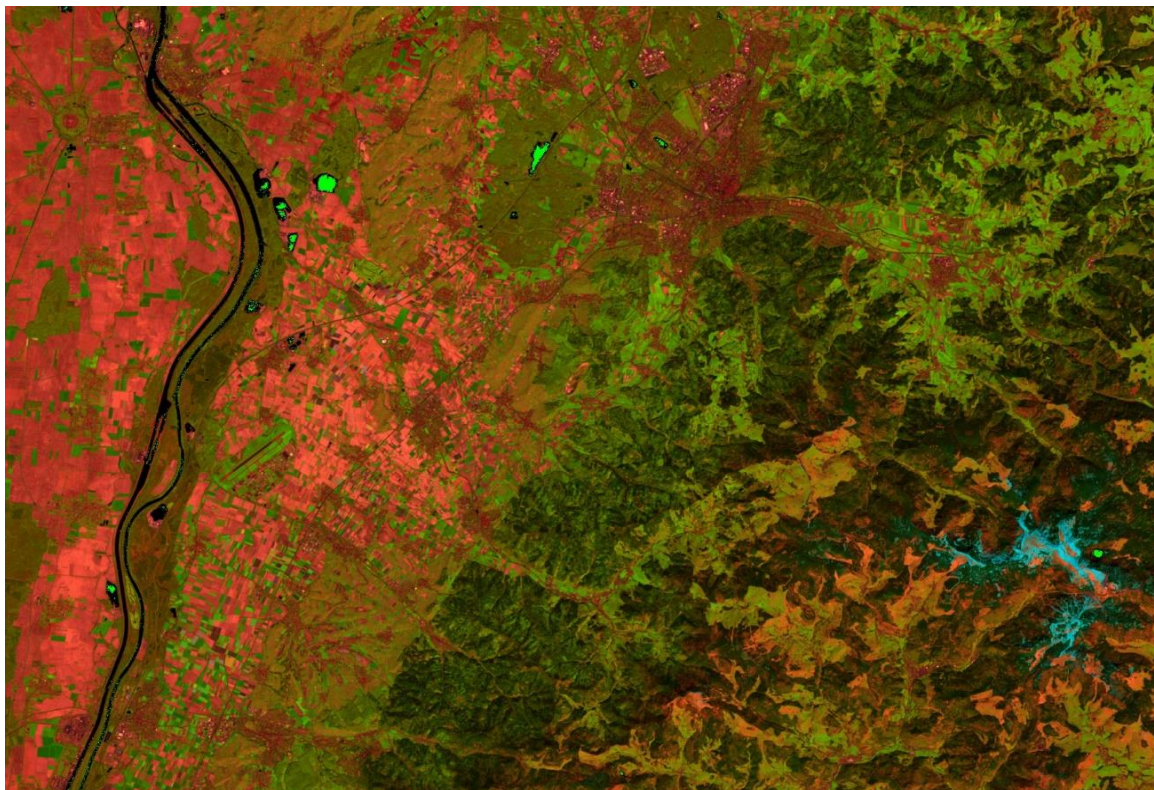


Рис 1.1. Результат анализа спутникового снимка решением Single tree detection

2. Tree Inventory (Lidar America)

Проект Tree Inventory основан на технологии LIDAR, позволяющей получать точные 3D-модели ландшафта [3]. Помимо LiDAR, используются:

- Фотограмметрия для создания 2D и 3D-изображений
- Инфракрасное сканирование для определения температуры и состава объектов

Для обработки данных используются продукты ArcGIS, включая:

- ArcGIS Pro
- ArcGIS Field Maps
- ArcGIS Survey123

Tree Inventory активно привлекает общественность через волонтерские программы и обучение.



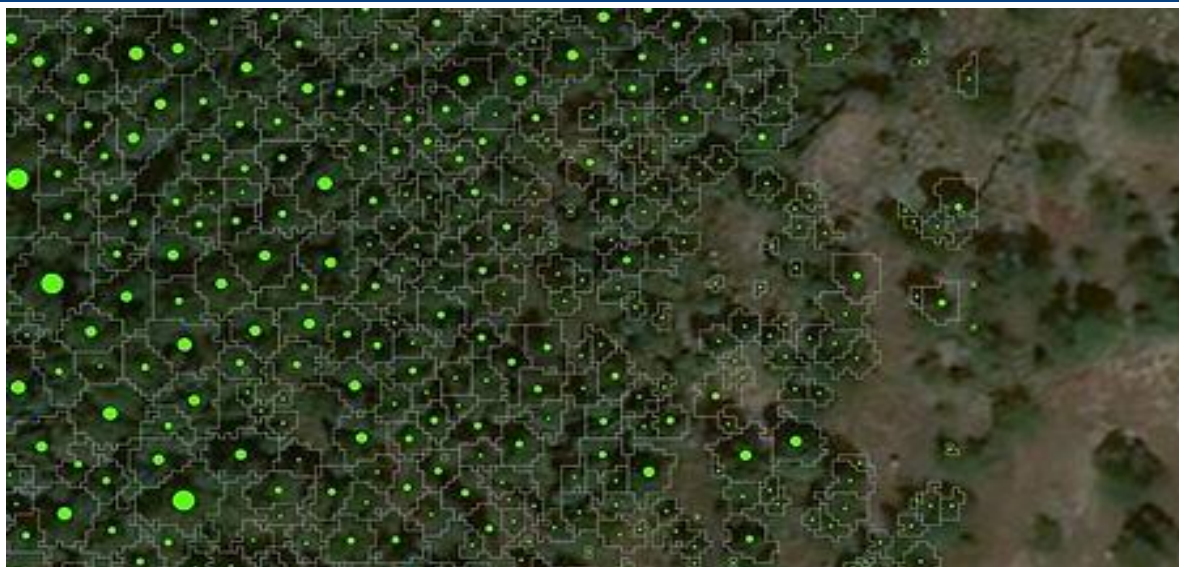


Рис 1.2. Результат обработки спутникового снимка решением Tree Inventory

3. Tree Detection (Portland Tree Inventory)

Проект Portland Tree Detection применяет ArcGIS для анализа данных о деревьях в городе Портленд. Основные этапы проекта:

1. Сбор данных с помощью волонтеров, специалистов и дронов
2. Обработка и анализ информации в ArcGIS Pro
3. Публикация данных через интерактивные карты и отчеты
4. Вовлечение общественности в уход за деревьями

Tree Detection позволяет обнаруживать одиночные деревья в городской среде и классифицировать их по видам [4].

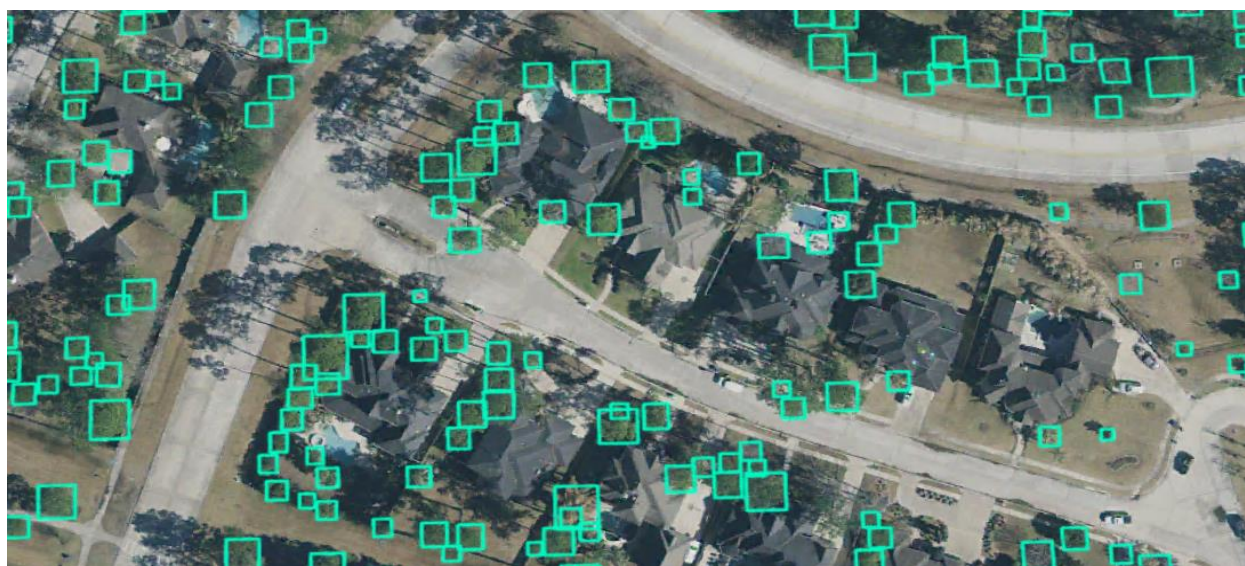


Рис. 1.4. Обработка спутникового снимка района малоэтажной застройки решением Tree Detection



3. Источники снимков для распознавания

Для нейросетевого анализа деревьев необходимы высококачественные аэрофотоснимки и спутниковые изображения. Рассмотрены следующие варианты:

Аэрофотоснимки (дроны)

– Разрешение: до 10 см/пиксель

– Преимущества: высокая точность и актуальность

– Недостатки: высокая стоимость, ограниченное покрытие

Спутниковые снимки [5,6]

Таблица 1

Источник	Разрешение	Спектральные каналы	Регулярность	Доступность
Sentinel-2	10–60 м/пиксель	13 (вкл. инфракрасный)	5 дней	Бесплатно (Copernicus Open Access Hub)
WorldView	0.3–3.7 м/пиксель	8–16	Нерегулярно	Платно (DigitalGlobe)
Landsat 8	15–100 м/пиксель	11	16 дней	Бесплатно (EOSDA LandViewer)
Pleiades	0.5 м/пиксель	4	Нерегулярно	Платно (Airbus GeoStore)
RapidEye	5 м/пиксель	5	5 дней	Платно (Planet Explorer)

Спутниковые снимки обладают разными характеристиками по разрешению, спектру и доступности, что влияет на их применимость в задачах классификации деревьев.

4. Заключение

Для эффективного использования системы распознавания и классификации деревьев рекомендуется комбинировать данные из нескольких источников:

– LiDAR и фотограмметрия для высокоточной локализации и анализа структуры крон.

– Sentinel-2 и Landsat 8 для широкомасштабного мониторинга состояния деревьев.

– Дроны для получения актуальных данных о конкретных территориях.

– Оптимальная стратегия зависит от требований к точности, стоимости и частоте обновления данных.

Список литературы:

1. Оценка таксационных показателей древостоев сосны обыкновенной с применением дистанционных методов // КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-taksatsionnyh-pokazateley-drevostoev-sosny-obyknovennoy-s-primeneniem-distantcionnyh-metodov/viewer> (дата обращения: 01.04.2025).

2. Neural-Based Hierarchical Approach for Detailed Dominant Forest Species Classification by Multispectral Satellite Imagery // IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9102401/figures#figures> (дата обращения: 01.04.2025).

3. LidR: Лидарные данные и их обработка. URL: <https://r-lidar.github.io/lidRbook/itd.html> (дата обращения: 01.04.2025).

4. Исследование в области распознавания деревьев // Natural Computing Research Journal. URL: <https://ncr-journal.bear-land.org/uploads/5fa0e6ebd48a0b63c361134d30618a69.pdf> (дата обращения: 01.04.2025).



5. Remote Sensing. An Automated Approach for Individual Tree Detection and Species Classification Using LiDAR and Hyperspectral Data. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/5/1463> (дата обращения: 01.04.2025).

6. Remote Sensing. Tree Crown Delineation Using Deep Learning and LiDAR. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/8/908> (дата обращения: 01.04.2025).

